

# ANÁLISE DE ITENS DE CIÊNCIAS DE UMA AVALIAÇÃO EM LARGA ESCALA BASEADOS EM MODELOS DIDÁTICOS

Alexandre da Silva Ferry

*Programa de Pós-graduação em Educação Tecnológica.*

*Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil.*

*Instituto de Educação da Universidade do Minho, Braga, Portugal.*

Mariana de Lourdes Almeida Vieira, Maria Cristina Silva Vidigal

*Departamento de Química.*

*Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil.*

**RESUMO:** Neste trabalho apresentamos uma análise de itens (questões de múltipla escolha) de uma importante avaliação em larga escala brasileira, conhecida pela sigla ENEM. Especificamente, analisamos itens de Ciências, baseados na interpretação ou na proposição de modelos, presentes em 10 cadernos de provas das edições ocorridas de 2009 a 2016. Categorizamos os itens identificados como sendo baseados em modelos didáticos ou em modelos meramente científicos, organizando-os em cada uma das três subáreas de conhecimento – Biologia, Física e Química. Os resultados indicam uma tendência crescente no uso de itens baseados em modelos nesse tipo de avaliação, o que pode ter implicações na prática escolar no contexto da Educação em Ciências.

**PALAVRAS-CHAVE:** Modelos científicos, Modelos didáticos, Avaliação em larga escala.

**OBJETIVOS:** O presente trabalho constitui parte de uma análise mais ampla cujo objetivo geral consiste em contribuir para a compreensão a respeito das características dos itens de resposta orientada, da área das *Ciências da Natureza*, constituintes de uma avaliação em larga escala brasileira, conhecida como *Exame Nacional do Ensino Médio* (ENEM). Em nosso trabalho mais amplo, analisamos itens da referida área de conhecimento agrupados em cinco categorias: (i) itens baseados em experimentação; (ii) itens baseados na interpretação de gráficos e tabelas; (iii) itens baseados em linguagem simbólica, códigos e nomenclatura própria da Química; (iv) itens baseados em analogias; e (v) itens baseados em modelagem. O objetivo específico deste trabalho consiste em analisar itens que utilizam modelos como forma de representação dos conteúdos a serem abordados em avaliações do ENEM. Por meio da nossa análise, pretendemos responder às seguintes questões: (1ª) *o uso de itens baseados em modelos didáticos tem sido recorrente nas avaliações em larga escala do Exame Nacional do Ensino Médio brasileiro?*; (2ª) *qual o perfil dos itens que utilizam modelos como forma de representação dos conteúdos presentes nestas avaliações?*

## QUADRO TEÓRICO

### Modelos na Ciência e na Educação em Ciências

De acordo com Coll, France e Taylor (2005), modelos e modelagem são elementos chaves da ciência e, conseqüentemente, da educação em ciências. Um modelo pode ser definido como a representação de uma ideia, objeto, evento, processo ou fenômeno elaborado com um objetivo específico (Gilbert et al., 2000). Os modelos são representações parciais que estabelecem relações de similaridades com as entidades modeladas (Giere, 1988; Chamizo, 2011). Essas representações também são concebidas e compreendidas como mediadoras entre a realidade e as teorias sobre essa realidade. Em outras palavras, como mediadoras entre as entidades de interesse científico e as formas pelas quais a Ciência as concebem.

De acordo com esse referencial teórico, os *modelos científicos* são as representações produzidas por cientistas, aqueles aceitos e consensuados pela comunidade científica (Raviolo, 2009). Os *modelos curriculares*, por sua vez, constituem parte dos conteúdos a ensinar, selecionados e adaptados a partir dos modelos produzidos pela Ciência. Os modelos curriculares podem ser compreendidos como simplificações dos modelos científicos adequadas para os diferentes níveis e segmentos da educação. Já os *modelos de ensino* (ou modelos didáticos) são concebidos como representações utilizadas em situações de ensino com o objetivo de facilitar a compreensão sobre algum aspecto do modelo curricular.

### Avaliações em Larga Escala

As avaliações em larga escala, também chamadas de avaliações externas, avaliações de monitoramento, ou ainda avaliações em massa, são um dos principais instrumentos para a elaboração de políticas públicas e redirecionamento das metas das unidades escolares. Seu foco é o desempenho da escola e o seu resultado é uma medida de proficiência que possibilita aos gestores a implementação de políticas públicas, e às unidades escolares um retrato de seu desempenho.

Os testes aplicados aos estudantes são compostos normalmente por itens de múltipla escolha, elaborados por professores das séries e disciplinas avaliadas, a partir dos descritores das matrizes de referência. Depois de elaborados, os itens são submetidos a uma revisão de conteúdo e forma, que compreende uma certificação da qualidade dos aspectos teóricos, pedagógicos e linguísticos, e à validação empírica, que verifica as características de comportamento dos itens após sua aplicação em campo, tendo como referência a Teoria de Resposta ao Item, por meio de seu modelo matemático e estatístico (Araújo, 2005).

### *O Exame Nacional do Ensino Médio do Brasil e sua Matriz de Referência*

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) tem se tornado uma das principais e mais conhecidas avaliações em larga escala desenvolvidas no Brasil. De acordo com dados divulgados<sup>1</sup> pelo Ministério da Educação brasileiro, a edição de 2016 registrou 9.276.328 inscritos, configurando um aumento de 9,4% em relação ao exame do ano anterior. No Brasil, esse exame tem sido o principal meio de seleção de estudantes para o ingresso no ensino superior. Além das universidades brasileiras, o ENEM vem sendo utilizado como processo seletivo de estudantes brasileiros em 18 instituições de ensino superior em Portugal, incluindo a Universidade de Lisboa, de Coimbra e do Porto e, mais recentemente, a Universidade do Minho.

1. Dados divulgados no portal do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP): [www.inep.gov.br](http://www.inep.gov.br), acessado no dia 15 de novembro de 2016.

A partir de 2009 o Ministério da Educação (MEC) brasileiro estabeleceu uma nova Matriz de Referência para o “Novo ENEM”. Esta matriz passou a apresentar diferenças em relação à matriz anterior de 1998-2008, tais como a distinção de habilidades específicas para cada área do conhecimento distribuídas de acordo com competências e cinco eixos cognitivos comuns a todas as áreas. A área das “Ciências da Natureza e suas Tecnologias” passou a ser avaliada de acordo com 30 habilidades distribuídas em 8 competências específicas dessa área (Santos, 2011).

### *Itens do ENEM*

Um item consiste em uma unidade básica de um instrumento de coleta de dados, que pode ser uma prova, um questionário, entre outros instrumentos. No contexto da avaliação educacional, *item* pode ser considerado sinônimo de *questão*, termo mais popular e utilizado com frequência nas escolas. Um item de resposta orientada, sob a forma de uma questão de múltipla escolha, é constituído basicamente por três partes: texto-base (suporte), enunciado (comando) e alternativas (gabarito e distratores).

As provas do ENEM, a partir de 2009, passaram a ser constituídas por 180 itens, organizados em quatro áreas de conhecimento. A prova de Ciências da Natureza e suas Tecnologias contém 45 itens de resposta orientada, e todos os itens apresentam cinco alternativas.

## METODOLOGIA

Primeiramente selecionamos os 10 cadernos azuis<sup>2</sup> das edições ocorridas após a reformulação da matriz de referência do ENEM no ano de 2009 até o ano de 2016<sup>3</sup>. Os 10 (dez) cadernos selecionados totalizaram 450 itens de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Em seguida, fizemos a identificação dos itens baseados em modelos por meio da leitura focada no texto-base dos 450 itens de Ciências da Natureza. A fim de auxiliar-nos na seleção do item como sendo baseado ou não em modelos, a leitura do texto-base e, em alguns casos, do enunciado, foi orientada pelo seguinte questionamento: *a resposta ao item demanda por parte dos examinandos a interpretação de algum modelo apresentado no texto-base e/ou no enunciado, ou a proposição de algum modelo a ser reconhecido em uma das alternativas do item?* Em caso afirmativo, considerávamos que o item era baseado em modelos.

Após a seleção dos itens, prosseguimos com a caracterização um a um, identificando a(s) área(s) de conhecimento abordada(s) (*Biologia, Física ou Química*) e o tipo de modelo presente no item, seja ele didático ou meramente científico. Tal caracterização nos permitiu tecer considerações a respeito da recorrência e do perfil desses tipos de itens nas edições do ENEM no período indicado.

## RESULTADOS

O gráfico 1 apresenta as quantidades de itens da área de *Ciências da Natureza e suas Tecnologias*, organizadas por subárea (Biologia, Química e Física), baseados em modelos didáticos e em modelos meramente científicos, das edições do ENEM de 2009 a 2016.

2. A referência aos cadernos azuis torna-se relevante meramente para facilitar a identificação dos itens analisados neste trabalho, uma vez que a numeração atribuída a esses itens não é a mesma nos outros cadernos (branco, amarelo e rosa) do exame.

3. No ano de 2016 houve duas edições do ENEM. No entanto, tivemos acesso apenas à primeira edição.

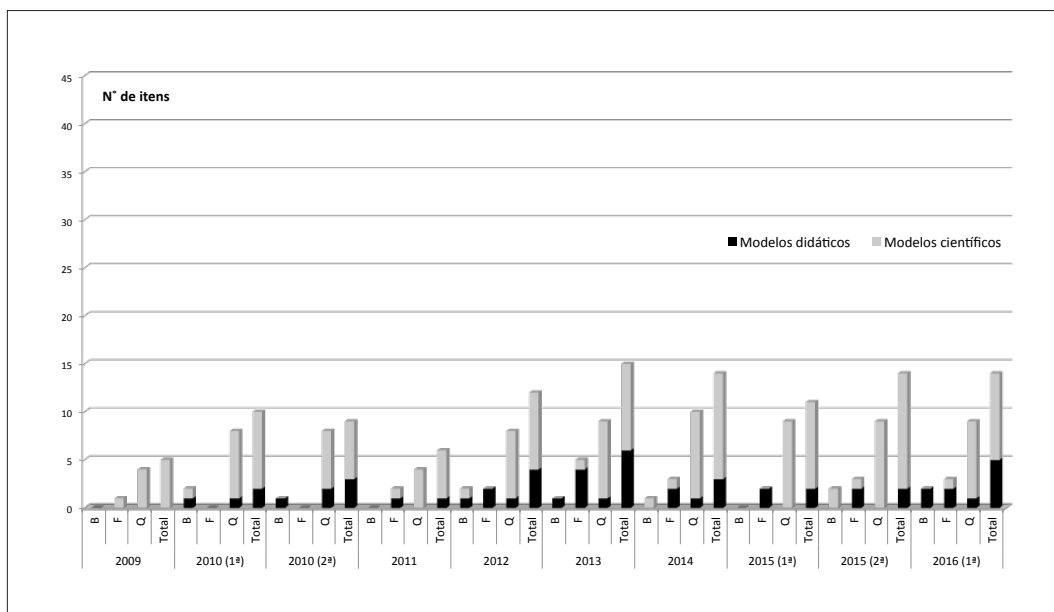


Gráfico 1. Quantidades de itens de Biologia (B), Física (F) e Química (Q), das edições do ENEM de 2009 a 2016, baseados em modelos didáticos e em modelos meramente científicos

Analisando os dados apresentados no gráfico 1, e considerando o total de 450 itens da área de *Ciências da Natureza* avaliados, verificamos a ocorrência de 110 itens (24,4%) baseados em modelos nas avaliações do ENEM no período de 2009 a 2016. Destes, 28 (25,4%) foram classificados como didáticos e 82 (74,6%) como meramente científicos. Considerando-se ainda as subáreas de conhecimento, encontramos 15 itens de Física baseados em modelos didáticos, 7 de Química e 6 de Biologia. Com relação aos modelos científicos, verificamos a ocorrência de 71 itens de Química, 6 de Física e 5 de Biologia.

É interessante notar que o percentual de itens baseados em modelos (24,4%), sejam eles didáticos ou meramente científicos, pode ser considerado baixo em relação ao número total de itens da área de *Ciências da Natureza e suas Tecnologias* presentes nas avaliações. Entretanto, verificamos um aumento na quantidade de itens baseados em modelos nas edições a partir de 2012, sendo que, deste ano em diante, ocorreram dez ou mais itens por avaliação.

A análise dos dados revelou também uma tendência de aumento do número de itens baseados em modelos e, mais especificamente de modelos didáticos, ao longo dos anos, a partir de 2012. Tal fato evidencia um crescente uso deste recurso como um importante mediador para a elaboração e/ou resolução de itens em Ciências, capaz de facilitar a compreensão de estudantes a respeito de temas específicos a serem abordados em avaliações.

Entre as subáreas de conhecimento analisadas (Biologia, Química e Física), verificamos a ocorrência de um maior número de itens baseados em modelos na subárea de Química (78 itens), seguida da Física (21) e da Biologia (11). Este comportamento foi idêntico em todas as edições analisadas, exceto no ano de 2010, em que a Biologia apresentou a segunda maior quantidade de itens baseados em modelos em geral.

Ao analisarmos os tipos de modelos presentes nos itens referentes a cada subárea de conhecimento, verificamos que 71,4% dos itens (15 itens em um total de 21) de Física foram classificados como modelos didáticos, sendo esta a subárea que mais fez uso deste tipo de modelo como recurso para representar uma ideia, objeto, evento, processo ou fenômeno. Nestes itens, verificamos que tais modelos

foram elaborados com um objetivo específico e de acordo com o tópico de conteúdo abordado em cada questão, a fim de auxiliar na sua compreensão.

A Química, por sua vez, foi a subárea que apresentou maior quantidade de itens baseados em modelos de forma geral (78). Porém, entre eles, 71 (91,0%) foram classificados como modelos científicos, e apenas sete (9,0%) como modelos didáticos. Na subárea de Biologia, dos 11 itens baseados em modelos, seis (54,5%) foram classificados como didáticos, sendo os cinco restantes (45,5%) baseados em modelos meramente científicos. Esta distribuição provavelmente decorre das características inerentes à cada uma das disciplinas analisadas, tendo em vista o fato de que a Química, por exemplo, faz uso frequente de símbolos e notações com o objetivo de representar fenômenos e estruturas, tais como equações químicas e fórmulas de substâncias que, no presente trabalho, foram consideradas exemplos de modelos meramente científicos.

## CONCLUSÕES

Conforme tínhamos destacado anteriormente, diferentes habilidades da matriz de referência do ENEM, específicas da área de *Ciências da Natureza e suas Tecnologias*, valorizam a linguagem como meio de construção do conhecimento, sendo importante que o estudante seja capaz de justificar, argumentar, comunicar e defender seu ponto de vista. Contudo, é necessário também que, ao final do Ensino Médio, o estudante seja capaz de relacionar informações apresentadas não somente em diferentes formas de linguagem, mas também em diferentes formas de *representação* ao aprender Ciências. Neste contexto, a existência de itens baseados em modelos em avaliações de larga escala, e de forma mais específica, no ENEM, pode fazer com que os alunos sejam desafiados a interpretar e/ou propor representações, ainda que parciais, de diferentes entidades de interesse científico.

Por último, há que se dizer que muitos autores concordam que a utilização de modelos contribui de forma positiva para a aprendizagem em Ciências (Ferreira e Justi, 2009; Chamizo, 2011). Neste sentido, o emprego de itens baseados em modelos em avaliações favorece, não somente uma melhor compreensão de um dado tópico de conteúdo, mas também o desenvolvimento de um conhecimento flexível e crítico que pode ser aplicado em diferentes situações e problemas. Consideramos que a elaboração de itens baseados na interpretação ou na proposição de modelos em diferentes contextos e situações de ensino, inclusive em avaliações em larga escala, seria, em um sentido mais amplo, um dos processos essenciais no compartilhamento e construção de significados em Ciências, desempenhando, portanto, um papel chave na educação em Ciências.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, D. F.; TAVARES, H. R.; VALLE, R. C. (2000). *Teoria da Resposta ao Item: Conceitos e Aplicações*. Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística – SINAPE.
- ARAÚJO, C. H.; LUZIO, NILDO. (2005). *Avaliação da Educação Básica: em busca da qualidade e equidade no Brasil*. – Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 71 p.
- CHAMIZO, J. A. (2011). A New Definition of Models and Modeling in Chemistry's Teaching. *Science & Education*. 22(7), 1613–1632.
- FERREIRA, P. F.M., & JUSTI, R. (2007). Teachers' Role in Planning and Conducting Modelling Activities in Science Teaching. *Revista de Educacion de las Ciencias*, 8, 66-70.
- GIERE, R.N. (1988). *Explaining Science: A cognitive approach*. Chicago and London: University of Chicago Press.

- GILBERT, J., & BOULTER, C. (1997). Learning science through models and modeling. In B. Fraser & K. Tobin (Eds.), *The International Handbook of Science Education*. Dordrecht: Kluwer.
- JUSTI, R.; GILBERT, J. (2002). Modelling, teachers' view on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387.
- MALDANER, O. A.; GUIMARÃES, O. M.; MACENO, N. G.; RITTER-PEREIRA, J. (2011) A Matriz de Referência do ENEM 2009 e o desafio de recriar o currículo de Química na Educação Básica. *Química Nova na Escola*. 33(3), 153-159.
- MENDONÇA, P. C. C., & JUSTI, R. (2009). Favorecendo o aprendizado do modelo eletrostático: Análise de um processo de ensino de ligação iônica fundamentado em modelagem - Parte I. *Educación Química*, 20(3), 282-293.
- RAVIOLO, A. (2009). Modelos, analogías y metáforas en la enseñanza de la química. *Educación Química*, 20(1), 55-60.
- SANTOS, EVERALDO DOS. (2011). Proficiência em Ciências ou Interpretação de Texto? Analisando matrizes e provas no novo Enem. *Contexto & Educação*. 26(86), 140-162.
- SOUZA, V. C. A., & JUSTI, R. (2011). Interlocuções possíveis entre linguagem e apropriação de conceitos científicos na perspectiva de uma estratégia de modelagem para a energia envolvida nas transformações químicas. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, 13(2), 31-46.